Journal of Iranian Plant Protection Research
https://jpp.um.ac.ir

Research Article
Vol. 38, No. 3, 2024, p. 241-258

Investigating the Allelopathic and Antifungal Effects of Saffron Leaves and Corms Water Extract on the Germination Criteria and Seedling Growth of Whitetop and *Aspergilus niger*

Z. Tavakoli[1], M. Jahani[2*], H. Hammami[3]

1 and 2- Department of Plant Pathology, College of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran.
3- Department of Plant Production and Genetics Engineering, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran and Member of the Plant and Environmental Stresses Research Group, University of Birjand, Birjand, Iran.
(*- Corresponding Author Email:mjahani@birjand.ac.ir)

Received: 08-01-2024 Revised: 01-06-2024 Accepted: 11-06-2024 Available Online: 28-12-2024	**How to cite this article:** Tavakoli1, Z., Jahani, M., & Hammami, H. (2024). Investigating the allelopathic and antifungal effects of saffron (*Crocus sativus*) leaves and corms water extract on the germination criteria and seedling growth of Whitetop (*Cardaria draba*) and Aspergilus (*Aspergilus niger*). *Journal of Iranian Plant Protection Research, 38*(3), 241-258. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jpp.2024.86305.1174

Introduction

Weeds and diseases significantly hinder agricultural production. Chemical pesticides are frequently used to control weeds and plant diseases in many fields. However, they have numerous adverse effects. Therefore, it is advisable to consider using natural pesticides, which have fewer environmental impacts and decompose more rapidly, to try to protect plants. Currently, there is a growing recognition of the potential of plant extracts as a useful resource for the development of natural herbicides and fungicides. Saffron (*Crocus sativus* L.) is cultivated as one of the important medicinal plants in Iran. Saffron leaves and corm can be used as natural pesticides as available and cheap sources. Saffron extracts have been found to possess antiherbal and antifungal properties by multiple sources.

Materials and Methods

In order to evaluate the antiherbal and antifungal properties of saffron leaf and corm extracts on the germination and growth characteristics of whitetop weed and *Aspergillus niger* fungus, independent factorial experiments were conducted based on the completely randomized design with four replications at the Faculty of Agriculture of Birjand University in 2022. The allelopathic treatments consisted of two saffron organs (leaf and stem) and seven extract concentrations (0, 0.25, 0.5, 1, 1.5, 2, and 4% v/w). The antifungal treatments consisted of two saffron organs (leaf and corm) and seven extract concentrations (0, 0.0312, 0.625, 0.125, 0.25, 0.5, and 1 by v/w). Whitetop seeds were collected from the research field of the Faculty of Agriculture of Birjand University in 2022. Saffron leaves and seeds were harvested from four-year-old plantations in Sarayan city, then subjected to drying and grinding. To create the aqueous extract, a mixture of 40 g of dehydrated saffron leaves and corms was combined with 1000 ml of distilled water. The mixture was then placed on a shaker at a speed of 200 revolutions per minute for a duration of two hours, resulting in the preparation of the stock extract. Subsequently, the extract was diluted with double distilled water to prepare the necessary concentrations for the experiment. To examine the fungicidal properties of saffron extracts, the Potato Dextrose Agar (PDA) culture

https://doi.org/10.22067/jpp.2024.86305.1174

media were used containing different concentrations of the extract. After solidification of the culture media, 5 mm diameter mycelial plug of the fungus was inserted upside down in the middle of each Petri plate using a cork borer. Subsequently, the petri dishes were sealed with parafilm and relocated to the incubator set at 25ºC temperature. They were maintained under these specific circumstances until the completion of each test period.

Results and Discussion

Results Results of the experiments showed that the type of extract was significant only on the mean germination time of whitetop and the highest mean germination time (MGT) was obtained from the corm extract. The corm extract showed the maximum germination time. Regarding the impact of concentration on seedling, it was discovered that concentrations up to 0.5% had a stimulatory effect, while higher concentrations had an inhibitory effect on the attributes of whitetop plants. Increasing the concentration of the extract to 4% resulted in reduction of 21.9%, 17%, and 22% in the root length, root fresh weight, and shoot fresh weight, respectively. The findings of this experiment indicated that 4% concentration of the corm extract resulted in the lowest shoot dry weight and seedling dry weight. The lowest dry weight of root was obtained using 2% concentration of the corm extract. The antifungal test findings indicated that *Aspergillus niger* fungus exhibited the smallest colony diameter on the third day when treated with 0.0312%, 0.625%, and 1%. concentrations of the leaf extract. Any antifungal effect was not observed in the media treated with the extract compared to the controls. The experimental findings revealed that saffron extracts, when present in high quantities, effectively suppressed the growth of whitetop weed. However, the concentrations of saffron extracts used in this study were insufficient to avoid the growth of *A. niger*. The study demonstrated the allelopathic effects of saffron leaf and corm extracts on various plant species including *Amaranthus retroflexus* (Rashed Mohassel *et al*., 2009), *Rapistrum rugosum* (Alimoradi *et al*., 2008), *Plantago psyllium* (Rashed Mohassel *et al*., 2009), *Gypsophylla pilosa* (Azizi *et al*., 2013), *Hordeum spontaneum* (Ghesmati *et al*., 2018), *Agropayron repense* (Ghesmati *et al*., 2018), and *Cardaria draba* (Soltanipoor *et al*., 2006). Furthermore, the saffron extracts were found to have antifungal properties against *Fusarium oxysporum* (Rubio-Moraga *et al.,* 2013), *Aspergillus parasiticus* (Tzanidi *et al.,* 2012), *Candida albicans* (Vahidi *et al.,* 2002), *Penicillium raistriicki* (Rubio-Moraga *et al.,* 2013), and *Bipolaris spicifera* (Rubio-Moraga *et al.,* 2013) in previous studies. Hence, extracts derived from saffron leaves and corms possess antiherbal and antifungal properties.

Conclusion

Overall, the findings of this study indicated that saffron extract type did not have any impact on the seedling traits of whitetop weed. Nevertheless, saffron extract with concentration of less than 0.5% exhibited a stimulating impact, whereas at higher concentrations had an inhibitory influence on the characteristics of whitetop. The used amounts of saffron extracts failed to inhibit the growth of *A. niger*. Hence, based on the findings of this experiment, it is advisable to examine effect of higher doses of saffron extracts on *A. niger*.

Keywords: Antifungal, Fungus colony, Germination percent, Water extract, Weed

نشریه پژوهش های حفاظت گیاهان ایران
https://jpp.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۸، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۳، ص. ۲۵۸-۲۴۱

بررسی اثرات دگرآسیبی و قارچ‌کشی عصاره آبی برگ و بنه زعفران بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ی شاهی وحشی و قارچ *Aspergillus niger*

زهرا توکلی[1]- مهدی جهانی[2]*- حسین حمامی[3]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۲۲

چکیده

بیماری‌ها و علف‌های هرز از عوامل اصلی محدودکننده تولید محصولات کشاورزی است. استفاده از سموم شیمیایی روشی رایج جهت مدیریت علف‌های هرز و بیماری‌های گیاهی در مزارع مختلف است که اثرات منفی زیادی به دنبال دارد لذا آفت‌کش‌های طبیعی به علت تجزیه سریع‌تر و اثرات زیست‌محیطی کمتر در محیط، بیشتر مورد توجه هستند. امروزه کاربرد عصاره‌های گیاهی به‌عنوان منبع با ارزشی جهت تولید علف‌کش‌ها و قارچ‌کش‌های طبیعی مورد توجه قرار گرفته است. برگ و بنه زعفران به‌عنوان منابع قابل دسترس و ارزان می‌تواند به‌عنوان آفت‌کش طبیعی مورد استفاده قرار گیرد. به‌منظور ارزیابی خاصیت دگرآسیبی و قارچ‌کشی عصاره برگ و بنه زعفران بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ی علف‌هرز شاهی وحشی (*Cardaria draba*) و قارچ آسپرژیلوس نیجر (*Aspergillus niger*) آزمایش‌های مستقل به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در سال ۱۴۰۱ انجام شد. تیمارهای آزمایش دگرآسیبی شامل دو نوع اندام زعفران (برگ و بنه) و هفت غلظت عصاره (صفر، ۰/۲۵، ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲ و ۴ درصد وزنی- حجمی) بودند. تیمارهای آزمایش ضد قارچی شامل دو نوع اندام زعفران (برگ و بنه) و هفت غلظت عصاره (صفر، ۰/۰۳۱۲، ۰/۰۶۲۵، ۰/۱۲۵، ۰/۲۵، ۰/۵ و ۱ وزنی-حجمی) بودند. نتایج دگرآسیبی نشان داد که نوع عصاره تنها بر میانگین زمان جوانه‌زنی شاهی وحشی معنی‌دار بود و بیشترین میانگین زمان جوانه‌زنی از عصاره بنه با افزایش ۷/۸ درصدی نسبت به عصاره برگ به‌دست آمد. در خصوص اثر غلظت بر صفات گیاهچه مشخص شد که تا غلظت ۰/۵ درصد اثر تحریک‌کنندگی داشت. اما با افزایش غلظت عصاره اثر بازدارندگی بر صفات گیاهچه شاهی وحشی مشاهده شد. به‌طوری‌که افزایش غلظت عصاره به چهار درصد سبب کاهش به‌ترتیب ۲۱/۹، ۱۷ و ۲۲ درصدی در طول ریشه‌چه، وزن‌تر ریشه‌چه و وزن‌تر ساقه‌چه شد. نتایج اثر متقابل نوع و غلظت عصاره نشان داد که کم‌ترین وزن خشک ساقه‌چه و گیاهچه از غلظت چهار درصد عصاره بنه به‌دست آمد. کم‌ترین وزن خشک ریشه‌چه از غلظت دو درصد عصاره بنه حاصل شد. نتایج آزمایش ضدقارچی نشان داد که بیشترین اثر بازدارندگی بر قارچ آسپرژیلوس (*A. niger*) نیجر در روز سوم از غلظت ۰/۰۳۱۲، ۰/۶۲۵ و ۱ درصد عصاره برگ به‌دست آمد. در نهایت نتایج این آزمایش‌ها نشان داد که عصاره‌های زعفران در غلظت‌های ۱، ۱/۵، ۲ و ۴ درصد تأثیر بازدارندگی بر رشد گیاهچه شاهی وحشی دارد. اما غلظت‌های عصاره زعفران تأثیری بر رشد قارچ آسپرژیلوس (*A. niger*) ندارد. به‌طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که، نوع عصاره زعفران تأثیری بر صفات گیاهچه شاهی وحشی نداشت. اما غلظت عصاره زعفران تا ۰/۵ درصد اثر تحریک‌کنندگی و در غلظت‌های بالاتر اثر بازدارندگی بر صفات گیاهچه شاهی وحشی داشت. با توجه به نتایج این آزمایش پیشنهاد می‌شود اثر غلظت‌های بالاتر عصاره زعفران بر رشد قارچ آسپرژیلوس (*A. niger*) بررسی شود.

واژه‌های کلیدی: درصد جوانه‌زنی، ضد قارچ، عصاره آبی، کلونی قارچ، علف‌هرز

۱ و ۲- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.
۳- گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند و عضو گروه پژوهشی گیاه و تنش‌های محیطی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
(*- نویسنده مسئول Email: mjahani@birjand.ac.ir)

https://doi.org/10.22067/jpp.2024.86305.1174

مقدمه

رویکرد و علاقه روزافزون مردم به استفاده از گیاهان دارویی و فرآورده‌های حاصل از آن سبب افزایش نقش این گیاهان در چرخه اقتصادی جهانی شده است. به‌طوری‌که مصرف فرآورده‌های این گیاهان در کشورهای در حال توسعه و پیشرفته نیز در حال افزایش است (Moradi *et al.*, 2009). تنوع آب و هوایی و شرایط اکولوژیک متفاوت ایران باعث شده که ایران به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین مخازن گیاهان دارویی دنیا محسوب شود (Omidbeygi *et al.*, 2001). زعفران نیز یکی از این گیاهان است. زعفران[1] گیاهی از خانواده زنبق[2] است که به‌عنوان گران‌بهاترین محصول کشاورزی و دارویی کشور ایران و دنیا شناخته می‌شود (Kafi *et al.*, 2002).

وجود بیماری‌ها و علف‌های هرز از عوامل محدودکننده تولید محصولات کشاورزی است. اقدامات مختلفی در راستای حفاظت از گیاهان در برابر عوامل بیماری‌زا و علف‌های هرز صورت می‌گیرد که استفاده از سموم شیمیایی یکی از این موارد است (Hadian *et al.*, 2006). مشکل عمده‌ی این سموم مصنوعی، باقی ماندن و تجزیه طولانی‌مدت آن‌ها در طبیعت است که سبب آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی شده و احتمال ورود سموم به زنجیره‌غذایی را افزایش می‌دهد (Hajian Far & Zarbakhsh, 2006). امروزه کنترل زیستی علف‌های هرز و عوامل بیماری‌زای گیاهی با هدف کاهش اثرات خطرناک آفت‌کش‌های شیمیایی از جمله تهدید سلامتی بشر، آلودگی محیط‌زیست و از بین رفتن موجودات غیر هدف و پیدایش عوامل بیماری‌زای مقاوم یک اولویت به شمار می‌رود (Afif *et al.*, 2021; Azadi *et al.*, 2018, 2020).

دگرآسیبی به اثرات تحریک‌کنندگی یا بازدارنده حاصل از مواد شیمیای تولیدی توسط اندام‌های مختلف گیاهان شامل ریشه، ساقه، برگ و دانه و ریزجانداران بر سایر گیاهان مجاور و ریزجانداران گفته می‌شود (Motmainna *et al.*, 2021; Singh *et al.*, 2001; Elmetwally *et al.*, 2022). مواد دگرآسیب شامل، مواد متابولیکی ثانویه و محصولات فرعی حاصل از فرآیندهای متابولیکی اولیه گیاهان هستند (Azadi *et al.*, 2018, 2020) . این ترکیبات رشد و نمو گیاهان را با اختلال در فرآیندهای مهم فیزیولوژیک آن‌ها هم‌چون تغییر ساختار دیواره سلولی، نفوذپذیری و عملکرد غشا در ورود و خروج مواد، جلوگیری از تقسیم سلولی و فعالیت برخی آنزیم‌ها، جوانه‌زنی بذور، جذب عناصر غذایی، فتوسنتز، تنفس و تغییر ساختار RNA و DNA دچار مشکل می‌کنند (Seigler, 1996; Ghimire *et al.*, 2020). برخی گزارش‌ها بیانگر آن است که برخی از گیاهان دارویی دارای پتانسیل دگرآسیبی هستند. لذا گیاهان دارویی، منبع مناسبی از مواد دگرآسیب به‌شمار می‌روند که در توسعه علف‌کش‌ها و آفت‌کش‌های طبیعی مفید خواهند بود. گیاه دارویی زعفران دارای اثرات بازدارندگی روی رشد قارچ‌ها و علف‌های هرز مختلف است (Azizi *et al.*, 2013).

نتایج بررسی اثر عصاره برگ، بنه و گلپوش زعفران بر روی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه چهار رقم سورگوم، کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه، ساقه، برگ و وزن تازه و خشک گیاهچه هر چهار رقم سورگوم را نشان داد (Taheri et *al.*, 2011). علاوه بر این تأثیر بازدارندگی عصاره آبی زعفران بر جوانه‌زنی تاج‌خروس[3] و اسفرزه[4] نیز گزارش شده است. عصاره برگ و بنه‌ی زعفران، ارتفاع، سطح برگ، وزن برگ، وزن ساقه و وزن تک بوته‌ی علف‌هرز تاج‌خروس را کاهش داد (Rashed Mohassel *et al.*, 2009). نتایج یک بررسی نشان داد که با افزایش غلظت عصاره بنه و برگ زعفران درصد و سرعت جوانه‌زنی علف‌هرز شلمبیک[5] و گچ دوست[6] به‌نحو چشمگیری کاهش یافت. علاوه بر این با افزایش غلظت عصاره، میزان طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه روند نزولی نشان داد (Azizi *et al.*, 2013). بررسی دگرآسیبی زعفران زراعی روی شاخص‌های جوانه‌زنی بذور زیره سبز[7]، زنیان[8] و رازیانه[9] نشان داد که موادی در اندام‌های زعفران است که در مقادیر بالا اثر ممانعت‌کنندگی روی شاخص‌های مرتبط با جوانه‌زنی و بنیه بذر دارد که می‌تواند روی استقرار و رشد اولیه گیاهچه اثر منفی داشته باشد (Agah *et al.*, 2013). با افزایش بقایای برگ و بنه زعفران به محیط‌کشت، به‌ترتیب طول ساقه سورگوم[10] و طول ریشه گندم[11] بطور معنی‌داری کاهش یافت (Noorian *et al.*, 2013).

ویژگی‌های ضدمیکروبی عصاره‌های گیاهی از گونه‌های مختلف در کنترل توسعه قارچی در شرایط آزمایشگاه و محیط ثابت شده است. در بررسی که محققین انجام دادند، نشان داده شد که در شرایط آزمایشگاه عصاره گیاه تاتوره[12]، چریش[1] و سیر[2] در غلظت ۵

1- *Crocus sativus* L.
2- Iridaceae

3- *Amaranthus retroflexus* L.
4- *Plantago psyllium* L.
5- *Rapistrum rugosum* L.
6- *Gypsophila pilos*a Huds.
7- *Cuminum cyminim* L.
8- *Trachyspermum ammi* L.
9- *Foeniculum vulgare* L.
10- *Sorghum bicolor* (L.) Moench
11- *Triticum aestivum* L.
1- *Datura stramonium* L.

درصد باعث بیش‌ترین درصد بازدارندگی رشد قارچ آلترناریا[3] شده و بیش‌ترین کاهش شدت بیماری توسط عصاره سیر در غلظت ۵ درصد در شرایط گلخانه‌ای مشاهده شد (Nashwa & Abo-Elyousr, 2012). اثرات زعفران بر روی قارچ‌های کاندیدا آلبیکنس[4] و آسپرژیلوس[5] بررسی شده و توانایی مهارکنندگی آن را بر قارچ‌های مورد مطالعه تأیید شده است (Vahidi *et al*., 2002). محققین دیگری نیز اثر ضد قارچی بنه زعفران بر روی برخی قارچ‌ها نظیر فوزاریوم[6]، پنی‌سیلیوم[7]، آسپرژیلوس و بایپولاریس[8] را گزارش کردند (Rubio-Moraga *et al*., 2013). با توجه به گزارش‌های مبنی بر خاصیت دگرآسیبی زعفران در مدیریت علف‌های هرز و نقش مؤثر عصاره‌های گیاهی در کنترل و جلوگیری از رشد کلونی پاتوژن‌ها این آزمایش با هدف ارزیابی خاصیت دگرآسیبی عصاره آبی برگ و بنه زعفران بر جوانه‌زنی و رشد علف‌هرز شاهی وحشی و کنترل قارچ آسپرژیلوس در شرایط آزمایشگاهی انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش دگرآسیبی

به‌منظور ارزیابی خاصیت دگرآسیبی عصاره برگ و بنه زعفران بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ی شاهی وحشی آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه تحقیقات بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در سال ۱۴۰۱ انجام شد. تیمارهای آزمایش اثر بازدارندگی عصاره زعفران بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر شاهی وحشی (آزمایش دگرآسیبی) شامل دو نوع اندام زعفران (برگ و بنه) و هفت غلظت عصاره (صفر، ۰/۲۵، ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲ و ۴ درصد وزنی- حجمی) بودند. صفات مورد مطالعه در آزمایش دگرآسیبی شامل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن تر و خشک ریشه‌چه، وزن تر و خشک ساقه‌چه، وزن تر و خشک گیاهچه، بنیه گیاهچه و ضریب تخصیص شاهی وحشی بودند. بذرهای رسیده شاهی وحشی از مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در سال ۱۴۰۰ جمع‌آوری شدند. برگ‌ها و بنه‌های زعفران از مزارع چهارساله شهرستان سرایان از توابع استان خراسان جنوبی استفاده گردید. سپس به‌منظور جداسازی بقایای خاک با آب شستشو شده و به‌مدت یک هفته در شرایط سایه خشک شده و به تفکیک به‌وسیله آسیاب پودر شدند. برای تهیه عصاره آبی، مقدار ۴۰ گرم پودر خشک برگ و بنه زعفران با ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شده و به‌مدت ۲ ساعت بر روی شیکر با ۲۰۰ دور در دقیقه قرار داده شد. پس از گذشت ۴۸ ساعت، محلول حاصل، از کاغذ صافی واتمن عبور داده شدند و عصاره مادر تهیه شد (بیشترین غلظت در تیمارها). سپس با رقیق‌سازی بوسیله آب دوبار تقطیر عصاره به دست آمده غلظت‌های مورد نیاز جهت اجرای آزمایش تهیه‌شده و مورد استفاده قرار گرفت (Mojab & Mahmodi, 2008).

به‌منظور بررسی عصاره‌های برگ و بنه زعفران بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه‌ی شاهی وحشی از پتری‌دیش‌های شیشه‌ای با قطر ۹ سانتی‌متر استفاده شد. ابتدا پتری‌دیش‌ها در اتوکلاو در دمای ۱۱۰ درجه سلسیوس به‌مدت ۳۰ دقیقه قرار داده شد و ضدعفونی گردید. بذرها نیز به کمک محلول هیپوکلریت سدیم نیم درصد به مدت دو دقیقه ضدعفونی شده و سپس به‌مدت ۱۰ دقیقه با آب مقطر شستشو داده شدند. در هر واحد آزمایشی ۲۵ بذر سالم بر روی یک لایه کاغذ واتمن شماره یک قرار داده شده و ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره‌ها به آن‌ها اضافه شد. پتری‌دیش‌ها در انکوباتور قرار داده شده و به‌مدت ۱۰ روز شمارش بذرهای جوانه‌زده که دارای حداقل دو میلی‌متر طول ریشه‌چه بود در ساعت نه صبح هر روز انجام شد. در انتهای روز دهم طول ریشه‌چه و ساقه‌چه با استفاده از کاغذ میلی‌متری اندازه‌گیری شد. سپس وزن خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه پس از ۴۸ ساعت قرار دادن در آون در دمای ۶۰ درجه سلسیوس با ترازو با دقت ده هزارم گرم اندازه‌گیری شد. درصد جوانه‌زنی (تعداد بذر جوانه‌زده در روز آخر آزمایش×۱۰۰) طبق معادله ۱، سرعت جوانه‌زنی (مجموع حاصل تقسیم تعداد بذر جوانه‌زده در هر روز بر همان روز) طبق معادله ۲ (Heivachi Feizi *et al*., 2013; *et al*., 2023))، میانگین زمان جوانه‌زنی طبق معادله ۳، بنیه گیاهچه بر حسب معادله ۴ و ضریب تخصیص بر اساس معادله ۵ محاسبه شد.

$$FGP = NSG/NST \quad (۱)$$

$$GR = \Sigma Ni/Ti \quad (۲)$$

$$MGT = \Sigma (Di \times Ni)/\Sigma Ni \quad (۳)$$

$$\text{بنیه گیاهچه} = \frac{\text{طول گیاهچه} \times GP}{100} \quad (۴)$$

2- *Azadirachta indica*
3- *Allium sativum* L.
4- *Alternaria solani*
5- *Candida albicans*
6- *Aspergillus niger*
7- *Fusarium oxysporum*
8- *Penicillium raistriicki*
9- *Bipolaris spicifera*

$$\text{ضریب تخصیص} = \frac{\text{میانگین طول ریشه‌چه}}{\text{میانگین طول ساقه‌چه}} \quad (۵)$$

در این معادله‌ها FGP درصد نهایی جوانه‌زنی، NSG تعداد بذر جوانه‌زده در انتهای آزمایش در هر واحد آزمایشی، NST تعداد کل بذرهای مورد آزمایش در هر واحد آزمایشی، GR سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر در روز)، Ni تعداد بذرهای جوانه زده در روز i ام، Ti روز i ام آزمایش، MGT میانگین زمان جوانه‌زنی، N تعداد بذرهایی که در روز D ام جوانه زدند و D تعداد روزهایی‌که از آغاز زمان جوانه‌زنی گذشته می‌باشند.

آزمایش ضد قارچی

برای آزمایش ضد قارچی، از غلظت‌های عصاره آبی در هفت سطح (صفر، ۰/۰۳۱۲، ۰/۰۶۲۵، ۰/۱۲۵، ۰/۲۵، ۰/۵ و ۱ درصد وزنی- حجمی) استفاده شد. قارچ مورد استفاده در این آزمایش از قبل شناسایی و خالص شده بود. برای جداسازی قارچهای عامل پوسیدگی از بنه زعفران بعد از سترون کردن سطح بنه‌ها با محلول هیپوکلریت سدیم ۵ درصد به‌مدت ۲ دقیقه و سپس با آب مقطر استریل شستشو گردید و بعد از حد فاصل بخش سالم و بیمار بنه زعفران قطعات کوچکی به قطر حدودا یک سانتیمتر جداسازی گردید و پس از اطمینان از خشک شدن قطعات جداسازی شده روی محیط کشت سیب زمینی دکستروز آگار کشت داده و در انکوباتور در دمای ۲۵ درجه سلسیوس قرار گرفت. خالص‌سازی به روش تک اسپور صورت گرفت و برای شناسایی از پرگنه‌های قارچی اسلاید میکروسکوپی تهیه گردید و با توجه به ویژگی‌های ریخت‌شناسی، شناسایی اولیه جدایه‌ها براساس کلیدهای شناسایی معتبر انجام گرفت و برای مراحل شناسایی مولکولی جدایه‌ها، استخراج DNA ژنومی با استفاده از روش chelex (Walsh *et al*., 1991) انجام گردید همچنین برای تکثیر ژن DNA ریبوزومی در چرخه‌های دمایی به کار رفته طی فرایند PCR از جفت آغازگرهای ITS4 و ITS5 استفاده شد. به‌منظور بررسی اثر ضدقارچی عصاره‌های زعفران از محیط کشت PDA[1] استفاده شد. در این روش، محیط کشت در ارلن‌های یک لیتری تهیه گردید و اتوکلاو شد. بعد از سرد شدن محیط، عصاره‌ها در غلظت‌های مختلف به محیط اضافه گردید و به‌هم زده شدند تا امولسیونی کاملاً یکنواخت ایجاد گردد. سپس محیط‌های حاصل درون پتری‌دیش‌هایی به قطر نه سانتی‌متر تقسیم و اجازه داده شد تا محیط کاملاً جامد گردد. بعد از بستن کامل محیط کشت، دیسک‌هایی به قطر پنج میلی‌متر به وسیله کورک بورر[2] از حاشیه میسیلیوم‌های قارچ هفت روزه به‌صورت معکوس در مرکز پتری‌دیش‌ها روی محیط کشت قرار داده شد. برای هر غلظت سه پتری‌دیش به‌عنوان تکرار استفاده شد. سپس پتری‌دیش‌ها با پارافیلم بسته شده و به داخل انکوباتور[3] با دمای ۲۵ درجه سلسیوس منتقل شده و تا پایان هر دوره آزمایش در این شرایط نگهداری شدند.

برای هر گروه از تیمارها، تیمار بدون عصاره به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد. رشد رویشی هاله قارچها تا زمانی که سطح محیط کشت پتری شاهد توسط قارچ کاملاً اشغال شد به‌طور روزانه اندازه‌گیری شد. داده‌ها پس از بررسی نرمال بودن توسط نرم‌افزار SAS 9.4 آنالیز شد. برای رسم شکل‌ها از نرم‌افزار اکسل استفاده شد. به‌منظور مقایسه میانگین از آزمون LSD محافظت شده استفاده گردید.

نتایج

آزمایش دگرآسیبی: اثر عصاره‌های زعفران بر شاخص‌های جوانه‌زنی شاهی وحشی

نتایج تجزیه واریانس عصاره‌های زعفران بر خصوصیات جوانه‌زنی شاهی وحشی در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج این آزمایش نشان داد که غلظت عصاره بر درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار بود. نوع عصاره بر میانگین زمان جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. اما هیچ یک از خصوصیات جوانه‌زنی تحت تأثیر اثر متقابل تیمارها قرار نگرفتند. مقایسه میانگین اثر غلظت نشان داد که کم‌ترین درصد جوانه‌زنی از سطح ۲ درصد بدست آمد و بین سایر سطوح با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۱). سرعت جوانه‌زنی بذر شاهی وحشی تا سطح ۱/۵ درصد اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشت و کم‌ترین میزان شاخص مذکور از غلظت ۲ درصد به‌دست آمد (شکل ۱). بیش‌ترین میانگین زمان جوانه‌زنی بذر مربوط به عصاره بنه بود (شکل ۲).

1- Potato Dextrose Agar
2- Cork borer
3- Incubator

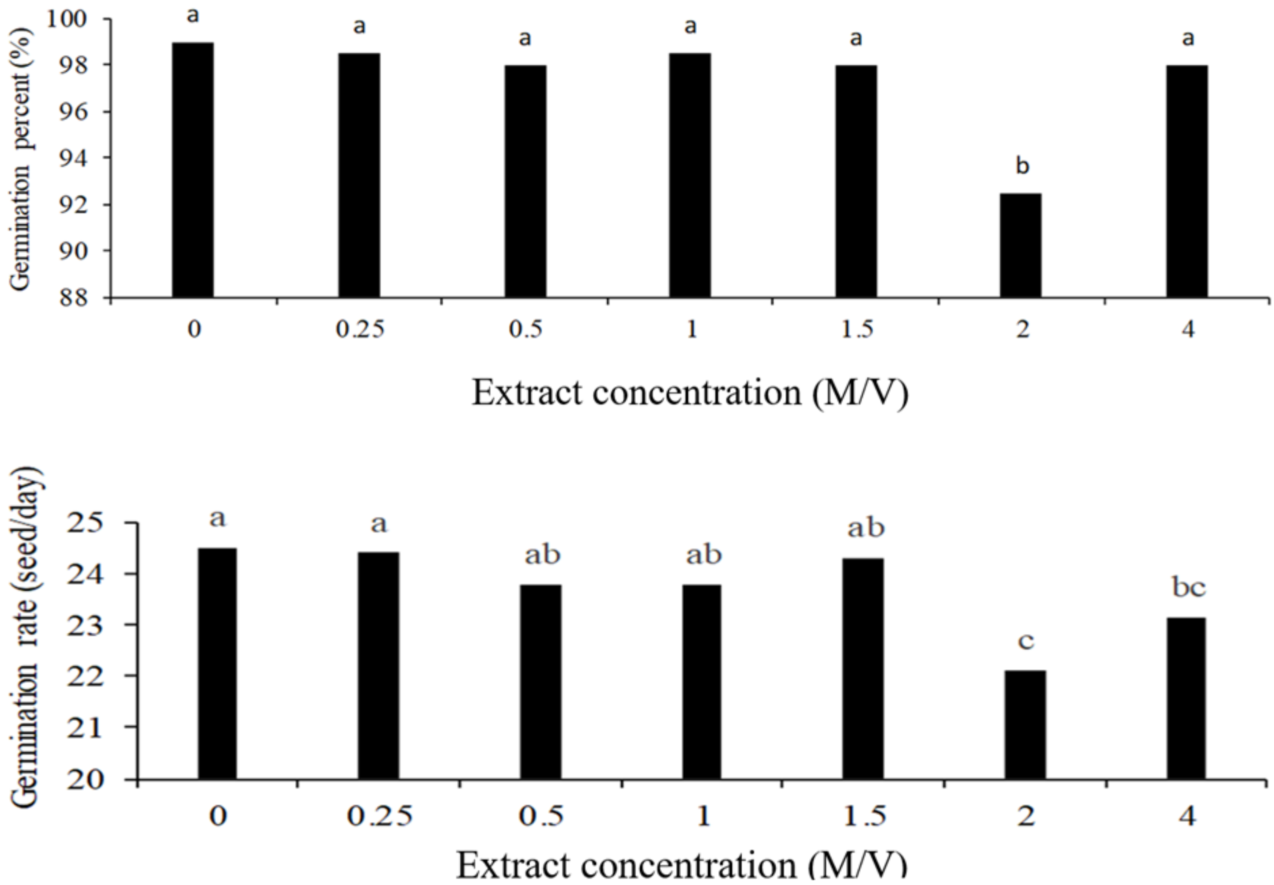
جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات جوانه‌زنی شاهی وحشی تحت تأثیر عصاره‌های زعفران

Table 1- Analysis of variance (Mean of squares) germination characteristics of whitetop under the effect saffron extracts

S.O.V.	DF	Germination percent	Germination rate	Mean germination time
Extract type	1	23.143 ns	2.926 ns	0.090 **
Extract concentration	6	40 *	5.741 **	0.011 ns
E×C	6	9.143 ns	1.812 ns	0.005 ns
Error	42	16.476	1.541	0.009
C.V (%)	-	4.16	5.23	9.30

NS، * و ** : به‌ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد است.

NS, * and **: non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

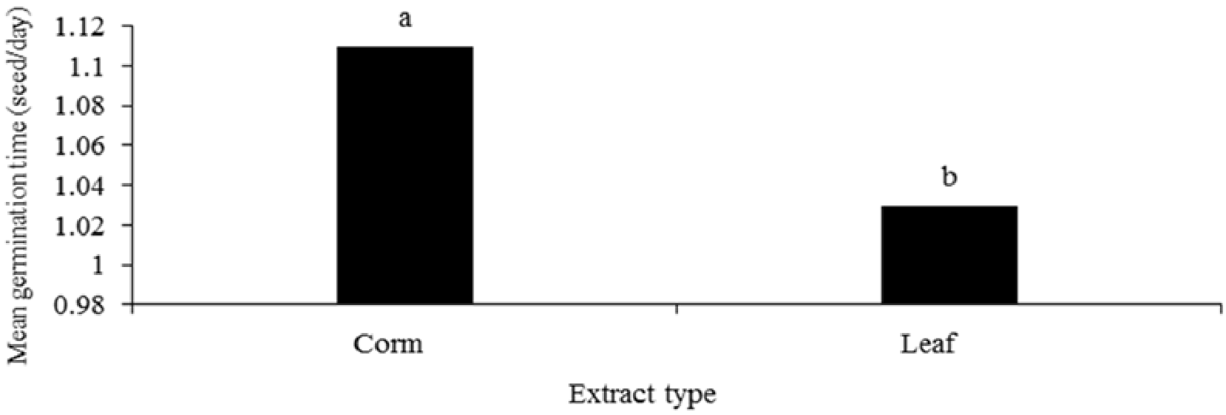


شکل ۱- اثر غلظت عصاره زعفران بر درصد و سرعت جوانه‌زنی شاهی وحشی

(میانگین‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ ٪ با توجه به آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار ندارند).

Figure 1- The effect of extract concentration of saffron on germination percent and rate of whitetop

(The means with the same letter are not significantly different at the 0.05 level of probability according to the LSD test).



شکل ۲- اثر نوع عصاره زعفران بر میانگین زمان جوانه‌زنی شاهی وحشی

(میانگین‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ ٪ با توجه به آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار ندارند).

Figure 2- The effect of type concentration of saffron mean germination time of whitetop

(The means with the same letter are not significantly different at the 0.05 level of probability according to the LSD test).

نتایج تجزیه واریانس اثر نوع عصاره، غلظت عصاره و اثر متقابل نوع عصاره و غلظت عصاره بر صفات گیاهچه شاهی وحشی در جدول ۲ نشان داده شده است. نوع عصاره بر هیچ یک از صفات مورد مطالعه تأثیر معنی‌داری نداشت. غلظت عصاره بر طول ریشه‌چه، طول ساقه چه، وزن تر و خشک ریشه‌چه، وزن تر و خشک ساقه‌چه در سطح یک درصد اثر معنی‌داری داشت. اثر متقابل تیمارها هم در بین صفات تنها بر وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در سطح احتمال پنج درصد اثر معنی‌داری داشتند (جدول ۲).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که افزایش غلظت عصاره به چهار درصد به‌ترتیب سبب کاهش ۲۱/۹، ۱۷ و ۲۲ درصدی در طول ریشه‌چه، وزن تر ریشه‌چه و وزن تر ساقه‌چه شد (شکل ۳). کم‌ترین طول ساقه‌چه از غلظت دو درصد به‌دست آمد (شکل ۳). با توجه به نتایج اثر متقابل تیمارها، بیش‌ترین وزن خشک ریشه‌چه از غلظت ۰/۵ درصد عصاره بنه و شاهد (۰/۹۷ میلی‌گرم) و کم‌ترین وزن خشک ریشه‌چه از غلظت دو درصد عصاره بنه حاصل شد (شکل ۴). بیش‌ترین وزن خشک ساقه‌چه از غلظت صفر و کم‌ترین شاخص مذکور از غلظت ۴ درصد عصاره بنه به‌دست آمد (شکل ۵).

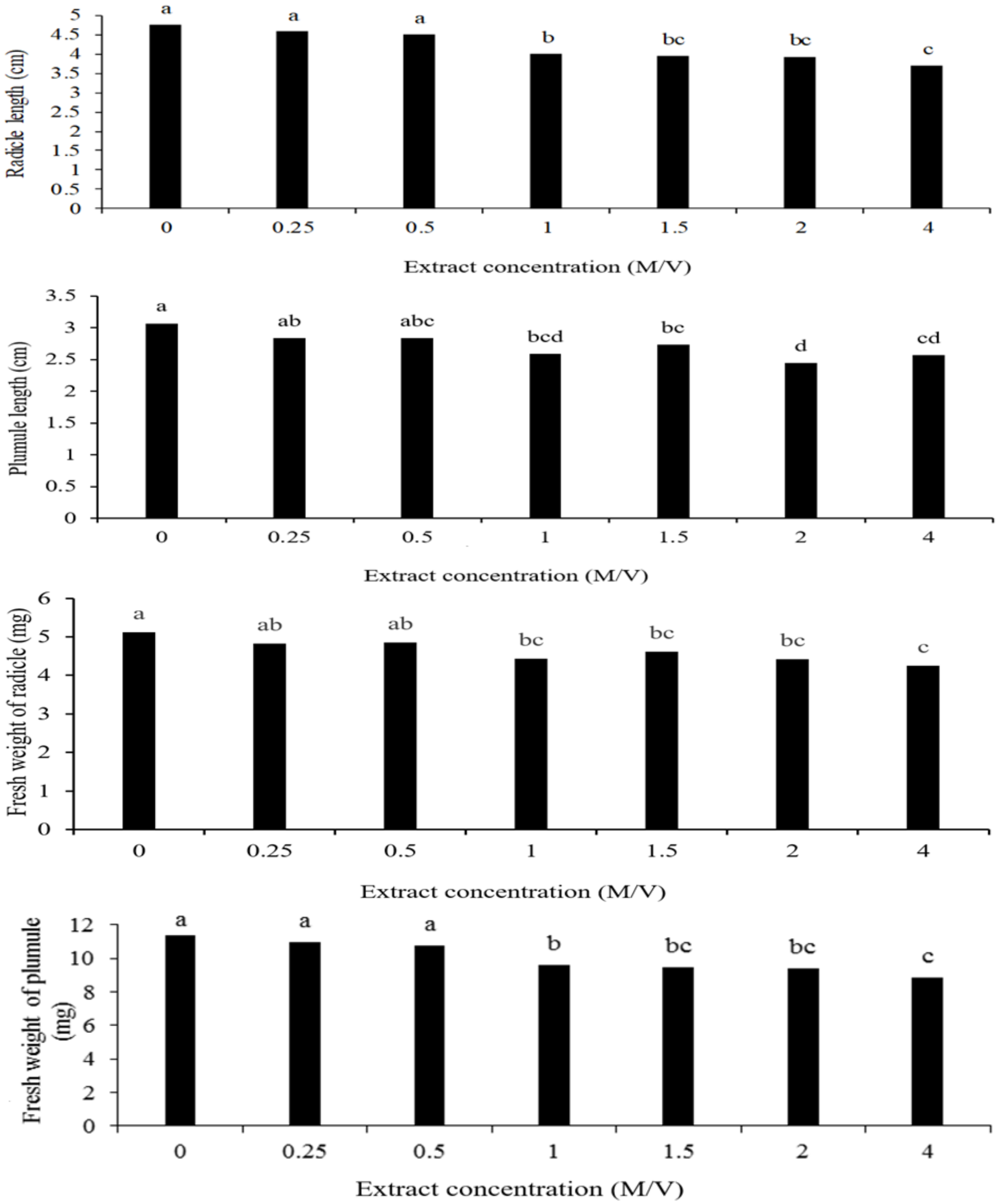
جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات گیاهچه شاهی وحشی تحت تأثیر عصاره‌های زعفران

Table 2- Analysis of variance (Mean of squares) seedling characteristics of whitetop under the effect saffron extracts

S.O.V.	DF	Radicle length	Plumule length	Fresh weight of radicle	Dried weight of radicle	Fresh weight of plumule	Dried weight of plumule
Extract type (E)	1	0.041 ^{ns}	0.063 ^{ns}	0.145 ^{ns}	0.004 ^{ns}	0.233 ^{ns}	0.012 ^{ns}
Extract concentration (C)	6	1.278 **	0.351 **	0.734 **	0.023 **	7.363 **	0.644 **
E×C	6	0.105 ^{ns}	0.111 ^{ns}	0.224 ^{ns}	0.013 *	0.608 ^{ns}	0.088 *
Error	42	0.071	0.074	0.207	0.005	0.408	0.036
C.V (%)	-	6.32	9.94	9.78	8.44	6.33	7.57

^{NS}، * و **: به‌ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد است.

^{NS}, * and **: non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

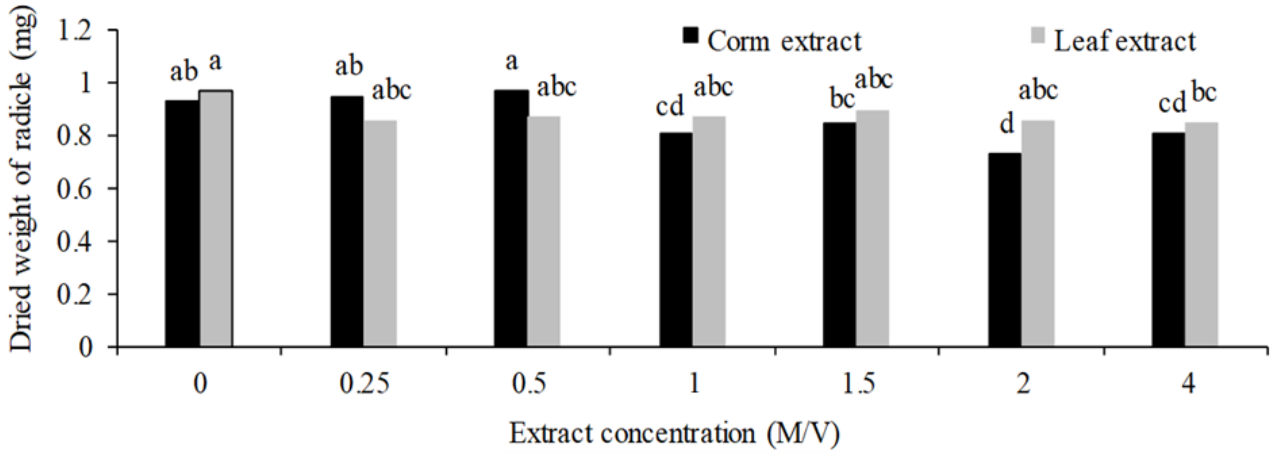


شکل ۳- اثر غلظت عصاره زعفران بر طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه و وزن تر ساقه‌چه شاهی وحشی

(میانگین‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ ٪ با توجه به آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار ندارند).

Figure 3- The effect of extract concentration of saffron on radicle length, plumule length, radicle weight, and plumule weight of whitetop

(The means with the same letter are not significantly different at the 0.05 level of probability according to the LSD test).



شکل ٤- اثر متقابل غلظت و نوع عصاره های زعفران بر وزن خشک ریشه‌چه شاهی وحشی

(میانگین‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ ٪ با توجه به آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار ندارند).

Figure 4- The interaction effects of concentration and type of saffron extract on dried weight of radicle of whitetop
(The means with the same letter are not significantly different at the 0.05 level of probability according to the LSD test).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که وزن خشک گیاهچه، بنیه گیاه چه و ضریب تخصیص شاهی وحشی تحت تأثیر نوع عصاره زعفران قرار نگرفتند. غلظت زعفران بر وزن خشک گیاهچه، بنیه گیاهچه در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌داری داشت. اثر متقابل نوع عصاره و غلظت عصاره بر وزن خشک گیاهچه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌داری بود (جدول ۳). نتایج اثر متقابل تیمارها بر وزن خشک گیاهچه نشان داد که به‌ترتیب کم‌ترین و بیش‌ترین آن مربوط به تیمار غلظت چهار درصد عصاره بنه و غلظت صفر بود (شکل ۶). نتایج اثر اصلی غلظت عصاره بر بنیه گیاهچه نشان داد که کم‌ترین بنیه گیاهچه از غلظت دو درصد و بیش‌ترین آن از غلظت صفر به دست آمد (شکل ۷).

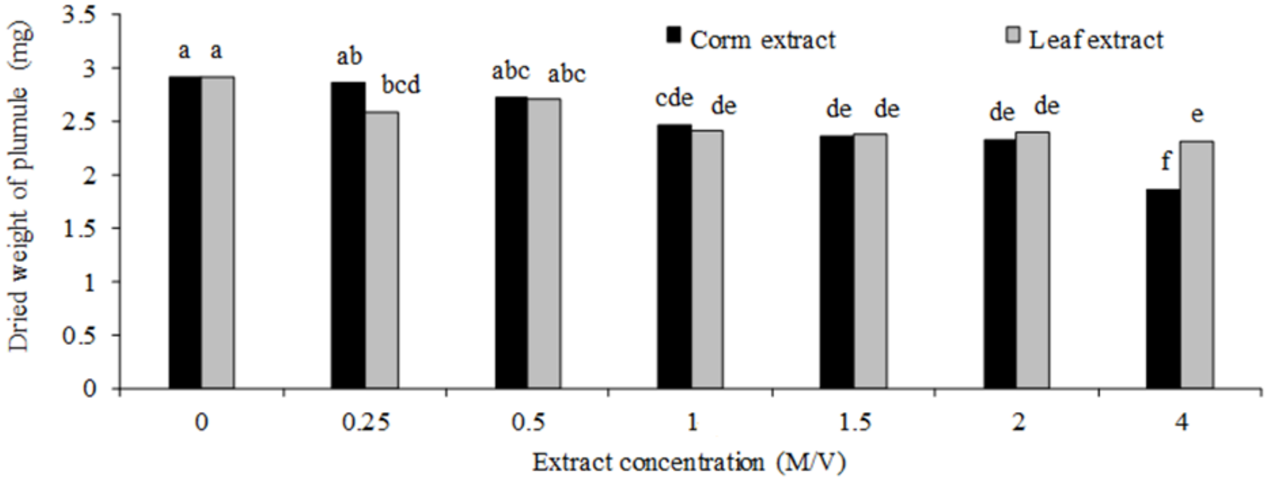
جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات گیاهچه شاهی وحشی تحت تأثیر عصاره‌های زعفران

Table 3- Analysis of variance (Mean of squares) seedling characteristics of whitetop under the effect saffron extracts

S.O.V.	DF	Dried weight of seedling	Seedling vigour	Allometric coefficient
Extract type (E)	1	0.031 ^{ns}	0.021 ^{ns}	0.066 ^{ns}
Extract concentration (C)	6	0.872 **	0.900 **	0.044 ^{ns}
E×C	6	0.131 *	0.103 ^{ns}	0.027 ^{ns}
Error	42	0.043	0.062	0.028
C.V (%)	-	6.10	7.38	10.83

^{NS}، * و ** : به‌ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد است.

^{NS}, * and **: non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

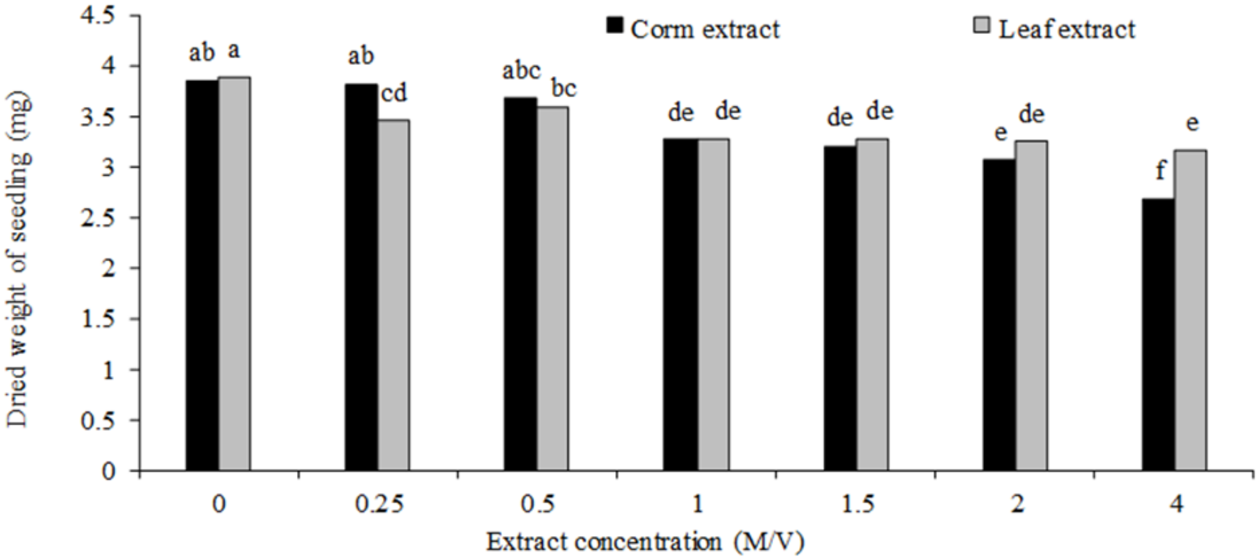


شکل ۵- اثر متقابل غلظت و نوع عصاره‌های زعفران بر وزن خشک ساقه‌چه و وزن خشک گیاه‌چه شاهی وحشی

(میانگین‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ ٪ با توجه به آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار ندارند).

Figure 5- The interaction effects of concentration and type of saffron extract on dried weight of plumule and dried weight of seedling of whitetop

(The means with the same letter are not significantly different at the 0.05 level of probability according to the LSD test).

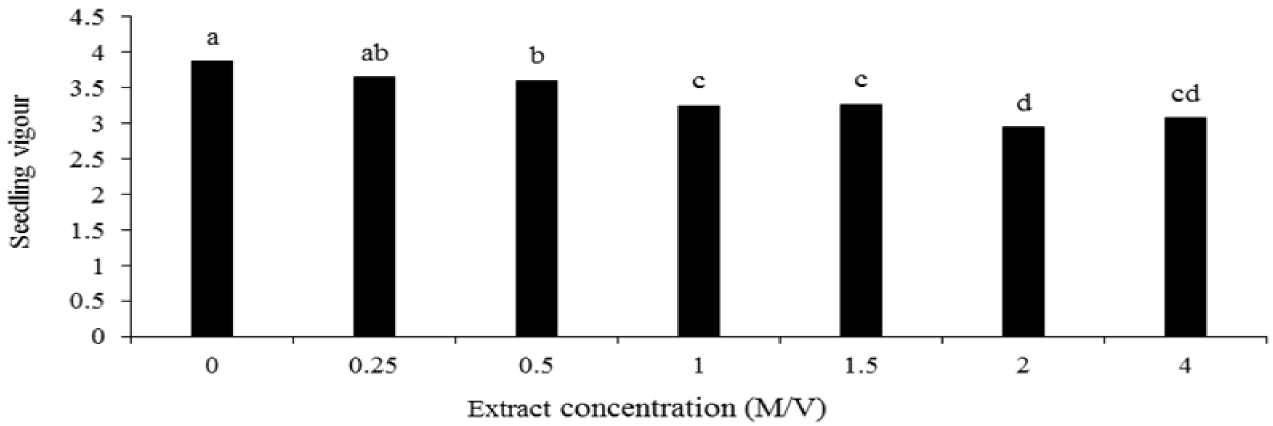


شکل ٦- اثر متقابل غلظت و نوع عصاره‌های زعفران بر وزن خشک گیاه‌چه شاهی وحشی

(میانگین‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ ٪ با توجه به آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار ندارند).

Figure 6- The interaction effects of concentration and type of saffron extract on of whitetop

(The means with the same letter are not significantly different at the 0.05 level of probability according to the LSD test).



شکل ۷- اثر غلظت عصاره زعفران بر بنیه گیاه‌چه شاهی وحشی

(میانگین‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ ٪ با توجه به آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار ندارند).

Figure 7- The effect of extract concentration of saffron on seedling vigour of whitetop
(The means with the same letter are not significantly different at the 0.05 level of probability according to the LSD test).

جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس قطر کلونی قارچ آسپرژیلوس (*Aspergilus niger*) تحت تأثیر عصاره‌های زعفران (میانگین مربعات)

Table 4- Analysis of variance *Aspergilus niger* fungus colony diameter under the effect saffron extracts (Mean of squares)

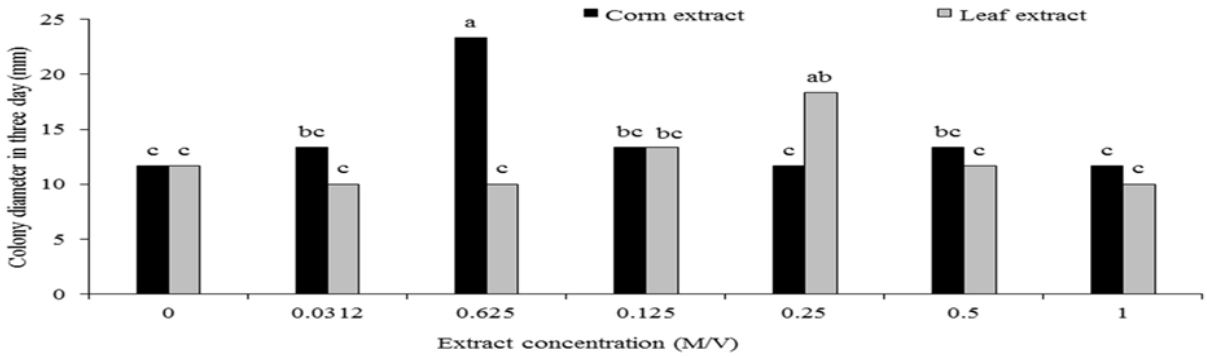
S.O.V.	DF	Colony diameter in three day	Colony diameter in six day	Colony diameter in nine day	Colony diameter in twelve day
Extract type (E)	1	0.036 ns	0.001 ns	0.166 ns	0.011 ns
Extract concentration (C)	6	0.017 ns	0.039 *	0.030 *	0.025 *
E×C	6	0.040 **	0.012 ns	0.013 ns	0.016 ns
Error	42	0.011	0.014	0.010	0.009
C.V (%)	-	6.74	8.15	6.74	6.06

NS، * و ** : به‌ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد است.

NS, * and **: non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

آزمایش ضدقارچی: اثر عصاره‌های زعفران بر قطر کلونی آسپرژیلوس (*A. niger*)

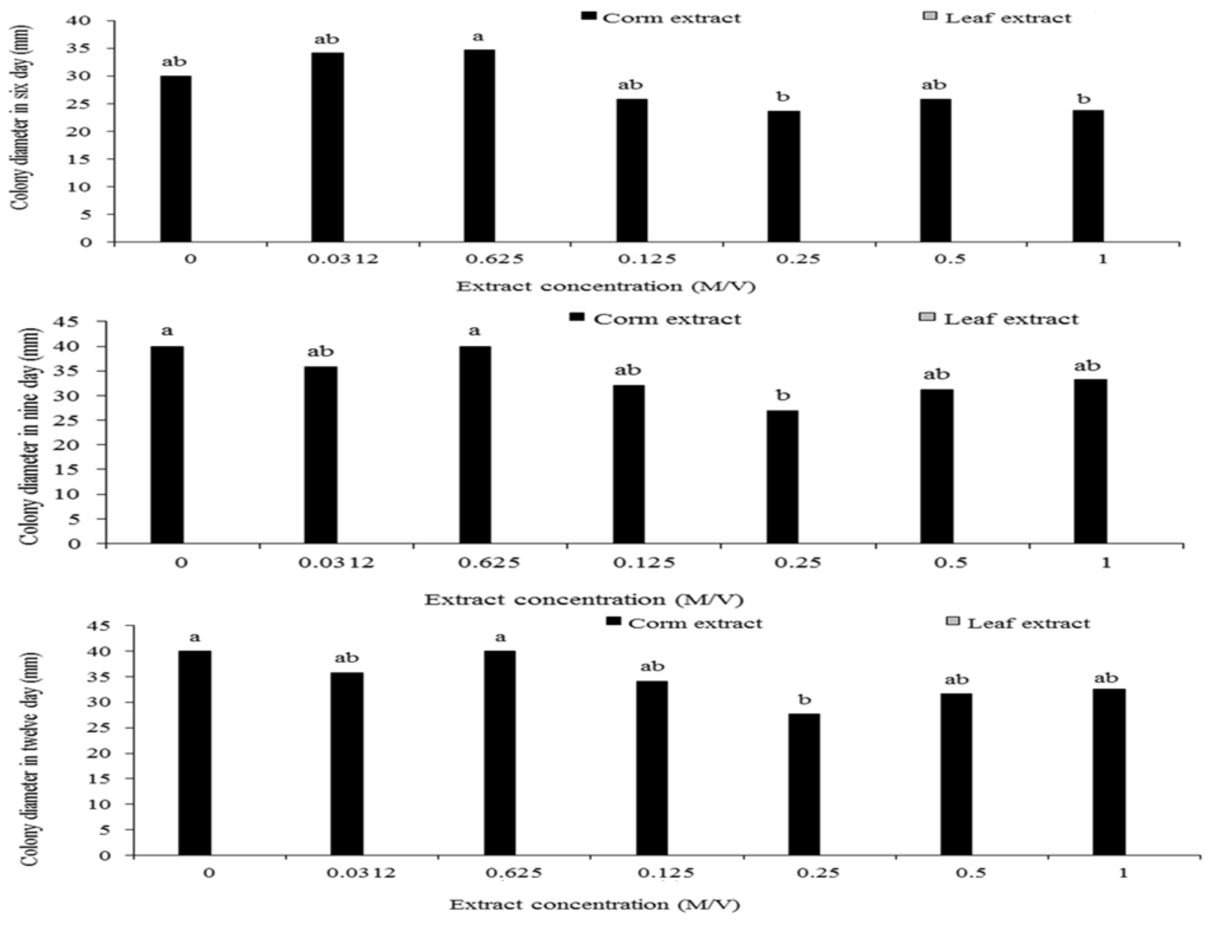
نتایج به‌دست آمده حاصل از تجزیه آماری (جدول ۴) حاکی از آن است که تنها اثر متقابل نوع عصاره در غلظت عصاره بر قطر کلونی قارچ آسپرژیلوس (*A. niger*) در روز سوم معنی‌دار بود. و فقط اثر اصلی غلظت عصاره بر قطر کلونی قارچ در روز ششم، نهم و دوازدهم معنی‌دار بود. با توجه به نتایج اثر متقابل تیمارها، بیش‌ترین قطر کلونی قارچ در روز سوم از غلظت ۰/۶۲۵ عصاره بنه به‌دست آمد و کم‌ترین قطر کلونی قارچ از غلظت ۰/۰۳۱۲، ۰/۶۲۵ و ۱ درصد عصاره برگ حاصل گردید که اختلاف معنی‌دار آماری با شاهد، ۰/۲۵ و ۱ درصد عصاره بنه و ۱ درصد عصاره برگ نداشتند (شکل ۸). مقایسه میانگین اثر اصلی غلظت نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین قطر کلونی در روز ششم از غلظت ۰/۶۲۵ و ۰/۲۵ درصد به‌دست آمد (شکل ۹). در روز نهم و دوازدهم بیش‌ترین قطرکلونی در تیمار بدون عصاره و ۰/۶۲۵ و کم‌ترین آن در غلظت ۰/۲۵ به دست آمد (شکل ۹).



شکل ۸- اثر متقابل غلظت و نوع عصاره‌های زعفران بر قطر کلونی قارچ آسپرژیلوس (*A. niger*) در روز سوم

(میانگین‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ ٪ با توجه به آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار ندارند).

Figure 8- The interaction effects of concentration and type of saffron extract on colony diameter *Aspergilus niger* in third day
(The means with the same letter are not significantly different at the 0.05 level of probability according to the LSD test).



شکل ۹- اثر غلظت عصاره‌های زعفران بر قطر کلونی قارچ آسپرژیلوس (*A. niger*) در روز ششم، نهم و دوازدهم

(میانگین‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ ٪ با توجه به آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار ندارند).

Figure 9- The effects of concentration saffron extracts on colony diameter *Aspergilus niger* in sixth, ninth, and twelveth day
(The means with the same letter are not significantly different at the 0.05 level of probability according to the LSD test).

بحث

نتایج اثر عصاره‌های زعفران بر خصوصیات جوانه‌زنی شاهی وحشی نشان داد که زعفران اثر بازدارندگی بر جوانه‌زنی بذور شاهی وحشی دارد. در بررسی اثر دگرآسیبی اندام‌های مختلف زعفران بر جوانه‌زنی گونه‌های علف‌هرز شامل شلمبیک[1] و گچ‌دوست[2] با افزایش غلظت عصاره آبی برگ و بنه زعفران، درصد و سرعت جوانه‌زنی این دو علف‌هرز کاهش پیدا کرد (Azizi *et al*., 2013). در آزمایشی دیگر مشخص شد که با افزایش غلظت عصاره آبی اندام‌های هوایی و بنه از صفر تا ۴ درصد مدت زمان لازم برای رسیدن تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی بذر شلمی به‌ترتیب ۶۹ و ۷۴ درصد افزایش یافت (Fekrat *et al*., 2012). همچنین، با افزایش غلظت عصاره زعفران از صفر به ۲ درصد، سرعت جوانه‌زنی بذر چغندرقند[3] ۲۹ درصد کاهش یافت (Feizi *et al*., 2018). کم‌ترین درصد و سرعت جوانه‌زنی جو وحشی[4] و مرغ[5] به‌ترتیب از تیمارهای دو درصد عصاره‌ی برگ و دو درصد عصاره بنه زعفران مشاهده شده است (Ghesmati *et al*., 2018).

زعفران حاوی متابولیت‌های ثانویه فراوانی از جمله فنل‌ها، کومارین‌ها، فلاونویدها، تانن‌ها، مشتقات سینامیک اسید و کوئینون‌ها به‌عنوان مواد دگرآسیب است (Kohli *et al*., 2001). ترکیبات دگرآسیب به‌ویژه ترکیبات فنلی مانند تانن‌ها باعث کاهش تقسیم سلولی و طویل شدن سلول‌ها به‌دلیل جلوگیری و کاهش سرعت تقسیم میتوز می‌شوند و از جوانه‌زنی بذور جلوگیری می‌کنند (Meyghani, 2003). در گزارش دیگری ذکر شده که اسیدهای فنلی موجود در عصاره زعفران موجب کاهش هدایت آبی و جذب مواد غذایی شده در نتیجه منجر به کاهش طول ریشه‌چه می‌شود (Kohli *et al*., 2001).

اثر غلظت عصاره زعفران بر خصوصیات گیاهچه شاهی وحشی نشان داد که تا غلظت ۰/۵ درصد دارای اثر تحریک‌کنندگی و در غلظت‌های بالاتر اثر بازدارندگی بر رشد گیاهچه شاهی وحشی بود. برخی از محققین معتقدند دگرآسیبی در غلظت‌های پایین ممکن است اثراتی مثبت و یا منفی داشته باشند، امّا در غلظت‌های بالا، همواره دارای تأثیراتی منفی و بازدارنده است (Abbasi & Jahani, 2007; Alipoor & Mahmoodi, 2015). در این آزمایش نیز صفات گیاهچه تا سطح ۰/۵ درصد اختلاف معنی‌دار آماری با سطح شاهد نداشتند و باعث تحریک رشد گیاهچه شاهی وحشی شدند و با افزایش غلظت اثرات عصاره بر رشد گیاهچه بازدارنده بود. در تأیید نتایج این آزمایش، علیمرادی همکاران (Alimoradi *et al*., 2008) طی تحقیقی نشان دادند که با افزایش سطوح غلظت عصاره برگ و بنه طول ریشه‌چه علف‌هرز شلمی و گچ‌دوست به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. اثرات معنی‌دار دگرآسیبی عصاره زعفران بر شاخص‌های رشد گیاهچه‌ی منداب[6] گزارش شده است (Fallahi *et al*., 2014). با افزایش غلظت عصاره، طول و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه منداب کاهش یافت، به‌طوری‌که حداقل این شاخص‌ها در غلظت شش درصد عصاره بنه به‌دست آمد (Fallahi *et al*., 2014). همچنین کاهش معنی‌دار طول ساقه‌چه و گیاهچه خرفه[7] در نتیجه کاربرد عصاره زعفران گزارش شده است (Hammami *et al*., 2020).

در آزمایشی با افزایش غلظت عصاره بنه زعفران، رشد ساقه‌چه و ریشه‌چه گندم نیز کاهش یافت (Farahani, Maleki & Paravar, 2012). مواد موجود در اندام برگ و بنه زعفران باعث کاهش طول ریشه‌چه علف‌هرز مرغ شد (Ghesmati *et al*., 2018). کاهش رشد گیاهچه در حضور ترکیبات دگرآسیب با توقف شدید میتوز در سلول‌های مریستمی ریشه‌چه و ساقه‌چه همراه می‌شود و در نتیجه وزن گیاهچه کاهش می‌یابد (Bohm *et al*., 2006). همچنین کاهش طول ریشه‌چه در بذر تیمار شده با مواد دگرآسیب زعفران تأیید شده است (Hejazi, 2000).

افزایش غلظت عصاره زعفران سبب کاهش وزن خشک گیاهچه و بنیه گیاهچه شاهی وحشی شد. به‌نظر می‌رسد مواد دگرآسیب با کاهش تقسیمات میتوزی در مریستم ریشه و رشد سلول‌ها و همچنین مختل کردن جذب یون‌های معدنی، سبب کاهش میزان رشد ساقه‌چه و ریشه‌چه علف‌های هرز می‌شوند (Soltanipoor *et al*., 2006). کاهش وزن خشک گیاهچه علف‌هرز شلمی (Alimoradi *et al*., 2008) و مَرغ (Ghesmati *et al*., 2018) تحت تأثیر سطوح مختلف عصاره برگ و بنه زعفران به اثبات رسیده است. وزن خشک گیاهچه مَرغ و یولاف با افزایش غلظت عصاره‌های سوخ و برگ نرگس به‌طور نزولی کاهش یافت. غلظت سه درصد عصاره سوخ و برگ نرگس به‌ترتیب وزن خشک گیاهچه اگروپیرون را ۸۷ و ۸۱ درصد در مقایسه با شاهد کاهش دادند. وزن خشک گیاهچه یولاف نیز تحت تأثیر غلظت سه درصد عصاره سوخ و برگ به‌ترتیب

1- *Rapistrum rugosum* L.
2- *Gypsophila pilosa* L.
3- *Beta vulgaris*
4- *Hordeum spontaneum*
5- *Agropayron repense*
6- *Eruca sativa*
7- *Portulaca oleracea*

۶۹ و ۵۹ درصد کاهش یافت (Bayat *et al*., 2020). طی مطالعات دیگر روی علف‌های هرز مختلف غلامی و همکاران (Gholami *et al*., 2011) با مطالعه اثر دگرآسیبی گیاه درمنه دشتی روی علف‌هرز اسپرس به این نتیجه رسیدند که با افزایش غلظت میزان وزن ریشه‌چه، طول ریشه‌چه، وزن تر گیاهچه و شاخص بنیه بذر کاهش می‌یابد. نتایج یک بررسی گواه بر اثر معنی‌دار غلظت زعفران بر قوه نامیه خرفه بود. علاوه بر این کم‌ترین قوه نامیه در غلظت چهار درصد مشاهده شد (Hammami *et al*., 2020).

حضور مواد دگرآسیب باعث کاهش رشد اولیه گیاهچه می‌شود (Worsham, 1991). کاهش فعالیت آنزیمی از اثرات جانبی ترکیبات آللوپاتیک است که به تخریب پروتئینی منجر می‌شود (Heivachi *et al*., 2023; Pandey *et al*., 1993). مواد دگرآسیب علاوه بر کاهش فعالیت آنزیم‌ها از طریق کاهش هورمون های گیاهی چون اکسین و اسید جبرلیک می‌توانند باعث کاهش رشد گیاهچه شود (Ranjana & Singh, 2003). مواد دگرآسیب منجر به کاهش تنفس میتوکندریایی شده در نتیجه کاهش تولید ATP می‌تواند باعث تغییر در سایر فرآیندهای سلولی از جمله جذب یون‌ها و رشد که مراحل پرمصرفی از نظر انرژی هستند شود. از طرفی کاهش رشد گیاه در حضور ترکیبات دگرآسیب با توقف شدید میتوز در سلول‌های مریستمی گیاهچه همراه می‌شود در نتیجه طول گیاهچه کاهش می‌یابد (Bertin *et al*., 2003; Heivachi *et al*., 2023;).

نتایج آزمایش ضد قارچی بیانگر این بود که غلظت‌های به‌کار برده شده در این آزمایش نتواست مانع توقف رشد قارچ آسپرژیلوس (*A. niger*) شود در صورتی‌که فعالیت ضدقارچی زعفران توسط تعدادی از محققان تأیید شده است. اثرات عصاره زعفران بر رشد قارچ‌های کاندیدا آلبیکنس و آسپرژیلوس گواه بر توانایی مهارکنندگی این عصاره بر قارچ‌های مورد مطالعه است (Vahidi *et al*., 2002). تأثیر معنی‌دار فعالیت ضدقارچی زعفران علیه کاندیدا آلبیکنس، آسپرژیلوس فومیگیتس[1] و آسپرژیلوس نیجر نیز گزارش شده است (Muzaffar *et al*., 2016). محققین دیگری نیز اثر ضدقارچی بنه زعفران بر روی برخی قارچ‌ها نظیر فوزاریوم، پنی‌سیلیوم[2]، آسپرژیلوس و بایپولاریس گزارش کردند (Rubio-Moraga *et al*., 2013). همچنین تأثیر معنی‌دار زعفران بر کاهش رشد آسپرژیلوس پارازیتیکوس[3] نیز گزارش شده است (Tzanidi *et al*., 2012).

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که، نوع عصاره زعفران صفات گیاهچه شاهی وحشی را تحت تأثیر قرار نداد. اما عصاره زعفران تا غلظت ۰/۵ درصد اثر تحریک‌کنندگی و در غلظت‌های بالاتر اثر بازدارندگی بر صفات گیاهچه شاهی وحشی داشت. غلظت‌های بکار برده شده از عصاره‌های زعفران مانع توقف رشد قارچ آسپرژیلوس نیجر نشدند. بنابراین با توجه به نتایج این آزمایش پیشنهاد می‌شود غلظت‌های بالاتر عصاره زعفران روی قارچ آسپرژیلوس بررسی شود.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از گروه پژوهشی گیاه و تنش‌های محیطی دانشگاه بیرجند به‌دلیل حمایت مالی از پایان‌نامه دانشجو خانم توکلی در قالب طرح پژوهشی به شماره ابلاغیه ۵۴۴۱/ د/۱۴۰۲ مورخ ۱۴۰۲/۰۳/۲۲ تشکر و قدردانی می‌نمایند.

1- *Aspergillus fumigates*
2- *Penicillium raistriicki*
3- *Aspergillus parasiticus*

References

1. Abbasi, F., & Jahani, M. (2007). Allelopathic effects of saffron corms on seed germination of several important crops. II[nd] International Symposium of Saffron Biology and Technology. *Acta Horticulturae*, *739*, 269-273. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2007.739.33
2. Afifi, H. S., Marzooqi, H. M. A., Tabbaa, M.J., & Arran, A.A. (2021). Phytochemicals of *Conocarpus* spp. as a natural and safe source of phenolic compounds and antioxidants. *Molecules*, *26*(4), 1069. https://doi.org/10.3390/molecules26041069
3. Agah, F., Khayat Moghadam, M., & Sadrabadi Haghighi, R. (2013). Investigating the allelopathy saffron (*Crocus sativus* L.) on the germination indices of cumin, Ajwain and fennel seeds. *Seed Research* (*Seed Science and Technology*), *4*(1), 52-65. (In Persian with English abstract)
4. Alimoradi, L., Azizi, G., Jahani, M., Siah-Marguee, A., & Keshavarzi, A. (2008). Allelopathy as an alternative method for weed control in saffron fields: A suitable approach to sustainable agriculture. Competition for resources in a changing world: New drive for rural development, Stuttgart, p.127-145.
5. Alipoor, Z., & Mahmoodi, S. (2015). Allelopathic effects of leaf and corm water extract of saffron (*Crocus sativus* L.) on germination and seedling growth of flixweed (*Descurainia sophia* L.) and downy brome (*Bromus tectorum* L.). *Saffron Agronomy and Technology*, *3*(1), 13-24. https://doi.org/10.22048/jsat.2014.9606
6. Azadi, A., Sadrabadihaghighi, R., & Hammami, H. (2020). The Investigation of Allelopathic Effects of Aqueous Extract of Different Parts of the Giradol (*Chrozophora tinctoria* L.) on Seed Germination of Tomato (*Lycopersicon esculentum* mill.). Iranian plant protection research, 34 (1), 137-144. https://doi.org/ 10.22067/jpp.v34i1.75331
7. Azadi, A., Sadrabadihaghighi, R., & Hammami, H. (2018). Evaluation of Allelopathic Effects of Decay Duration of Giradol (*Chrozophora tinctoria* L.) on Seedling Growth of Tomato (*Lycopersicon esculentum* mill.). Iranian plant protection research, 32 (1), 157-161. https://doi.org/10.22067/jpp.v32i1.59541
8. Azizi, E., Alimoradi, L., Jahani Kondori, M., & Siahmargouei, A. (2013). Investigating the allelopathy effects of saffron on the germination and initial growth of *Gypsophylla pilosa* and Schlambic weeds (*Rapistrum rugosum*). *Journal of Plant Environmental Physiology*, *8*(2), 1-12.
9. Bayat, H., Naseri Moghaddam, A., & Aminifard, M.H. (2020). Allelopathic effects of narcissus (*Narcissus tazetta* L.) extract on germination, growth and physiological characteristics of couch grass (*Agropyron repens*) and wild oat (*Avena fatua*). *Iranian Journal of Seed Sciences and Research*, *6*(4), 457-469. https://doi.org/10.22124/JMS.2020.3925
10. Bertin, C., Yang, X., & Weston, L. A. (2003). The role of root exudates and allelochemicals in the rhizosphere. *Plant and Soil*, *256*, 67-83. https://doi.org/10.1023/A:1026290508166
11. Bohm, P.A.F., Zanardo, F.M.L., & Ferrarese, O. (2006). Peroxidase activity and lignification in soybean root growth-inhibition by juglone. *Biologia Plantarum*, *50*(2), 315-317. https://doi.org/10.1007/s10535-006-0029-x
12. Elmetwally, I., Shehata, S., Abdelgawad, K., & Elkhawaga, F. (2022). Utilization of phenolic compounds extracted from agro-industrial wastes as natural herbicides. *Egyptian Journal of Chemistry*, *65*(2), 265-274. https://doi.org/10.21608/ejchem.2021.85380.4167
13. Fallahi, H.R., Paravar, A., Behdani, M.A., Aghavani, M., & Fallahi, M.J. (2014). Effect of saffron corm and leaf extract on early growth of some plants to germination using them as associated crop. *Notuale Scientica Biologica*, *6*(3), 282-287. https://doi.org/10.15835/nsb639259
14. Farahani Maleki, S., & Paravar, A. (2012). Investigating the allelopathic effects of saffron root on the growth of wheat seedlings in laboratory conditions. Ayatollah Amoli Science and Research Unit. *Association of Medicinal Plants*. Iran. pp. 53-62.
15. Feizi, H., Kamali, M., Jafari, L., & Moghaddam, P.R. (2013). Phytotoxicity and stimulatory impacts of nanosized and bulk titanium dioxide on fennel (*Foeniculum vulgare* Mill). *Chemosphere*, *91*(4), 506-511. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2012.12.012
16. Feizi, H., Salari, A., & Gharari, F. (2018). Study of the allelopathic effect of saffron (*Crocus sativus* L.) organs' aqueous extract on the seed germination and seedling growth of sugar beet and safflower at different concentrations. *Journal of Medicinal and Spice Plants*, *22*(4), 156–161. (In Persian with English abstract)
17. Fekrat, L., Khorram Del, S., & Siahmargouee, A. (2012). Evaluation of the germination characteristics of two weed species, wild mustard and Shlami, under the influence of different concentrations of aqueous extracts of aerial parts and saffron corms. The 5[th] Iran Weed Science Conference, Tehran, Iran.
18. Ghesmati, M., Aminifard, M. H., Abdollahi, M., & Shakeri, M. (2018). Allelopathic effects of saffron (*Crocus sativus* L.) on germination and seedling growth characteristics of wild barley (*Hordeum spontaneum*) and couch grass (*Agropayron repense*). *Saffron Agronomy and Technology*, *6*(1), 35-48. (In

Persian with English abstract). https://doi.org/10.22048/jsat.2017.54263.1163
19. Ghimire, B. K., Hwang, M. H., Sacks, E. J., Yu, C.Y., Kim, S. H., & Chung, I. M. (2020). Screening of allelochemicals in *Miscanthus sacchariflorus* extracts and assessment of their effects on germination and seedling growth of common weeds. *Plants*, *9*(10), 1313.
20. Gholami, F., diyanati-tilaki, G., & Behtari, B. (2011). Study of allelopathic effect of *Artemisia herba alba* Asso. on seed germination and seedling growth of *Onobrychis sativa* L. and *Medicago sativa* L. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, *19*(1), 181-191. (In Persian with English abstract)
21. Ghimire, B. K., Hwang, M. H., Sacks, E. J., Yu, C.Y., Kim, S. H., & Chung, I.M. (2020). Screening of allelochemicals in *Miscanthus sacchariflorus* extracts and assessment of their effects on germination and seedling growth of common weeds. *Plants*, *9*(10), 1313.
22. Hadian, J., Fakhr Tabatabaei, S.M., Ghorbanpour, M., Salehi, P., & Hagi Eghrari, B. (2006). A phytochemical study of cymbopogon parkeri stapf. essential oil, and its biological activity against some phytopathogenic fungi. *Iranian Journal of Agricultural Sciences* (*Journal of Agriculture*), *37*(3), 425-431. (In Persian with English abstract)
23. Hajian Far, R., & Zarbakhsh, A. (2006). Identification of pathogenic factors of wave spot and alternaria stem canker of tomato in major production areas in the country. Summary of articles of the 77th Congress of Iranian Herbal Medicine. Agriculture and Natural Resources Campus of Tehran University.
24. Hammami, H., Jahani, M., Shoshtary, M., & Noferesti, F. (2020). Evaluation of allelopathic and antifungal effects of different concentrations of aqueous leaves and corm extracts of saffron (*Crocus sativus* L.) on common purslane and *Penicillium* fungi. *Journal of Saffron Research*, *8*(2), 255-267. https://doi.org/10.22077/jsr.2020.3196.1123
25. Heivachi, M., Alamdari, E. G., Avarseji, Z., & Habibi, M. (2023). Effect of the *Lactuca serriola* L. extract on the cytogenetic behaviors of *Crocus sativus* L. roots and its allelopathic potential. *South African Journal of Botany*, *160*, 525-534. https://doi.org/10.1016/j.sajb.2023.07.026
26. Hejazi, A. (2000). *Allelopathy*. Tehran University Press, Tehran, Iran. 324 pages.
27. Kafi, M., Rashid Mozal, M. H., Kochaki, A., & Malafilabi, A. (2002). *Saffron, production and processing technology*. First Edition. Zaban and Adab Publications, Mashhad. pp 250.
28. Kohli, R. K., Singh, H. P., & Batish, D. R. (2001). *Allelopathy in Agroecosystems*. Food Products Press, USA, 447 pp.
29. Kato, T. A., & Haskins, J.S. (2022). *Mitotic Index Analysis*. Chromosome Analysis: Methods and Protocols. Springer US, New York, NY, pp. 17–26.
30. Meyghani, F. (2003). *Allelopathy from Concept to Application*. Incident Beam Press, Iran. p. 41-107.
31. Mojab, M., & Mahmodi, M. (2008). Allelopathic effects of shoot and root water extracts of Hoary cress (*Cardaria draba*) on germination characteristic and seedling growth of Sorghum (*Sorghum bicolor* L.). *Crop Production*, *1*(4), 65-78. (In Persian with English abstract)
32. Moradi, R., Rezvani Moghaddam, P., Nasiri Mahallati, M., & Lakzian, A. (2009). The effect of application of organic and biological fertilizers on yield, yield components and essential oil of *Foeniculum vulgare* (Fennel). *Iranian Journal of Field Crops Research*, *7*(2), 625-635. (In Persian with English abstract)
33. Motmainna, M., Juraimi, A. S., Uddin, M. K., Asib, N. B., Islam, A. K. M. M., Ahmad-Hamdani, M.S., & Hasan, M. (2021). Phytochemical constituents and allelopathic potential of *Parthenium hysterophorus* L. in comparison to commercial herbicides to control weeds. *Plants*, *10*, 1445. https://doi.org/10.3390/plants10071445
34. Muzaffar, S., Rather, S. A., & Zaman Khan, K. (2016). In vitro bactericidal and fungicidal activities of various extracts of saffron (*Crocus sativus* L.) stigmas from Jammu & Kashmir, India. *Cogent Food and Agriculture*, *2*(1), 1158999. https://doi.org/10.1080/23311932.2016.1158999
35. Nashwa, S. M., & Abo-ElyouSr, K. A. (2012). Evaluation of various plant extracts against the early blight disease of tomato plants under greenhouse and field conditions. *Plant Protection Science*, *48*(2), 74-79.
36. Noorian, N., Hadizadeh, M. H., & Baqerzadeh Charjavii, A. (2013). Investigation of the allelopathy of saffron leaf and corms of *Crocus Sativus* L. on several crops and weeds. 6th National Conference of New Ideas in Agriculture, Isfahan.
37. Omidbeygi, R., Sadeghi, B., & Ramezanim, A. (2001). Effects of cultivation site on quality of Saffron (*Crocus sativus* L.). *Iranian Journal of Horticulture, Science and Technology*, *1*(3), 167-178. (In Persian with English abstract)
38. Pandey, D., Kauraw, L., & Bhan, V. (1993). Inhibitory effect of *Partenium hysterophorus* residue on growth of *Eichhornita crassipes*. *Chemistry Ecology*, *19*, 2651-2662. https://doi.org/10.1007/BF00980699
39. Rashed, M.H., Gherekhloo, J., & Rastgoo, M. (2009). Allelopathic effects of saffron (*Crocus sativus* L.)

leaves and corms on seedling growth of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) and lambsquarter (*Chenopodium album*). *Iranian Agricultural Research Journal*, *7*, 51-61. (In Persian with English abstract)

40. Rubio-Moraga, Á., Gómez-Gómez, L., Trapero, A., Castro-Díaz, N., & Ahrazem, O. (2013). Saffron corm as a natural source of fungicides: The role of saponins in the underground. *Industrial Crops and Products*, *49*, 915-921. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.06.029
41. Samanta, A. (2019). Study of some cytotoxic chemicals on onion (*Allium cepa* L.) and grass pea (*Lathyrus sativus* L.). *Bulletin of Pure and Applied Sciences Botany*, *38b*(2), 68–73. https://doi.org/10.5958/2320-3196.2019.00009.0
42. Seigler, D. S. (1996). Chemistry and mechanism of allelopathic interaction. *Agronomy Journal*, *88*, 876-885. https://doi.org/10.2134/AGRONJ1996
43. Singh, N. B., & Ranjana, R. (2003). Effect of leaf leachate of Eucalyptus on germination, growth and metabolism of green gram, black gram and peanut. *Allelopathy Journal*, *11*, 43-52.
44. Singh, H. P., Batish, D. R., & Kohli, R. K. (2001). Allelopathy in agroecosystems. *Journal of Crop Production*, *4*, 1-41. https://doi.org/10.1300/J144v04n02_01
45. Soltanipoor, M., Moradshahi, A., Rezaei, M., Kholdebarin, B., & Barazandeh, M. (2006). Allelopathic effects of essential oils of *Zhumeria majdae* on Wheat (*Triticum aestivum*) and Tomatto (*Lycopersicon esculentum*). *Iranian Journal of Biology*, *19*, 19-28. (In Persian with English abstract)
46. Taheri, K., Saboora, A., & Kiarostami, K. (2011). Allelopathic effect of saffron (*Crocus sativus* L.) on germination and seedling growth of four sorghum (*Sorghum bicolor* L.) cultivars. *Iranian Journal of Biology*, *24*, 89-103. (In Persian with English abstract)
47. Tzanidi, C., Proestos, C., & Markaki, P. (2012). Saffron (*Crocus sativus* L.) inhibits aflatoxin B1 production by *Aspergillus parasiticus*. *Advances in Microbiology*, *2*(2), 310-316.
48. Vahidi, H., Kamalinejad, M., & Sedaghati, N. (2002). Antimicrobial properties of *Croccus sativus* L. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, *1*(1), 33-35. https://doi.org/10.22037/ijpr.2010.6
49. Walsh, P. S., Metzger, D. A., & Higuchi, R. (1991). Chelex 100 as a medium for simple extraction of DNA for PCR-based typing from forensic material. *Biotechniques*, *10*(4), 506-513. https://doi.org/10.2144/000114018
50. Worsham, A. D. (1991). Allelopathic cover crops to reduce herbicide input. *Journal of the South West Africa Scientific Society*, *44*, 58-69.